

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



|                   |     |
|-------------------|-----|
| REC'D 13 SEP 2000 |     |
| WIPO              | PCT |

EP00/6493

4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 48 196.2  
**Anmeldetag:** 6. Oktober 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Aloys W o b b e n , Aurich, Ostfriesland/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Betrieb eines Windparks  
**IPC:** H 02 J, F 03 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. August 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

weihmayr

**Eisenführ, Speiser & Partner**

**Bremen**  
 Patentanwälte  
 European Patent Attorneys  
 Dipl.-Ing. Günther Eisenführ  
 Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser  
 Dr.-Ing. Werner W. Rabus  
 Dipl.-Ing. Jürgen Brügge  
 Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt  
 Dipl.-Ing. Klaus G. Göken  
 Jochen Ehlers  
 Patentanwalt  
 Dipl.-Ing. Mark Andres

Rechtsanwälte  
 Ulrich H. Sander  
 Sabine Richter

Martinstrasse 24  
 D-28195 Bremen  
 Tel. +49-(0)421-38 35 0  
 Fax +49-(0)421-337 8788 (G3)  
 Fax +49-(0)421-328 8631 (G4)  
 mail@eisenfuhr.com

**Hamburg**  
 Patentanwalt  
 Dipl.-Phys. Frank Moier

Rechtsanwälte  
 Christian Splintig  
 Rainer Böhm

**München**  
 Patentanwälte  
 European Patent Attorneys  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rainer Fritsche  
 Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gerstl  
 Patentanwalt  
 Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

**Berlin**  
 Patentanwälte  
 European Patent Attorneys  
 Dipl.-Ing. Henning Christiansen  
 Dipl.-Ing. Jutta Keden  
 Patentanwalt  
 Dipl.-Ing. Joachim von Oppen

**Alicante**  
 European Trademark Attorney  
 Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Bremen, den 6. Oktober 1999

Unser Zeichen: W 1929 KGG/sin

Anmelder/Inhaber: WOBLEN, Aloys  
 Amtsaktenzeichen: Neuanmeldung

Aloys Wobben, Argestraße 19, 26607 Aurich

### Verfahren zum Betrieb eines Windparks

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Windparks sowie auch einen Windpark als solchen.

Windenergieanlagen wurden zunächst immer singulär aufgestellt und erst in den letzten Jahren werden - verursacht auch durch Verwaltungs- und Bauvorschriften - Windenergieanlagen häufig in Windparks installiert. Ein Windpark ist hierbei in seiner kleinsten Einheit eine Anordnung von wenigstens zwei Windenergieanlagen, häufig aber deutlich mehr. Beispielhaft sei der Windpark Holttriem (Ostfriesland) genannt, wo mehr als 50 Windenergieanlagen in einem Verbund aufgestellt sind. Es ist zu erwarten, daß die Stückzahl als auch die installierte Leistung der Windenergieanlagen auch in den weiteren Jahren noch stark ansteigen wird. In den meisten Fällen ist das Windpotential in Bereichen der Versorgungsnetze mit kleiner Kurzschlußleistung und geringer Bevölkerungsdichte am größten. Gerade dort werden die technischen Anschlußgrenzen durch die Windenergieanlagen rasch erreicht mit der Folge, daß an solchen Standorten dann keine weiteren Windenergieanlagen mehr aufgestellt werden können.

06.10.99

- 2 -

Ein konventioneller Windpark, der beispielsweise an ein Umspannwerk mit 50 MW angeschlossen wird, kann daher maximal nur 50 MW Gesamtleistung haben, d.h. z.B. 50 Windenergieanlagen mit jeweils 1 MW Nennleistung.

Eingedenk dessen, daß die Windenergieanlagen nicht ständig im Nennbetrieb betrieben werden und somit der gesamte Windpark auch nicht ständig seine maximale Leistung (Nennleistung) erreicht, kann man feststellen, daß der Windpark nicht optimal ausgenutzt wird, wenn die Nennleistung des Windparks der maximal möglichen einzuspeisenden Gesamtleistung entspricht.

Die Erfindung schlägt demgemäß eine Lösung vor, bei der der Windpark mit einer Gesamtleistung ausgestattet wird, die höher ist als die maximal mögliche Netzeinspeiseleistung. Auf das vorgenannte Beispiel übertragen, kann die Leistung auf einen Wert von über 50 MW, z. B. 53 MW angehoben werden. Sobald die Windgeschwindigkeiten hoch genug sind, um die Grenzleistung von 50 MW zu erzeugen, greift die erfindungsgemäße Windparkregelung ein und regelt einzelne oder alle Anlagen bei Überschreitung der Gesamt-Maximalleistung derart ab, daß diese immer eingehalten wird. Dies bedeutet, daß bei Windgeschwindigkeiten über Nennwind (Windgeschwindigkeit, bei der eine Windenergieanlage ihre Nennleistung erreicht) wenigstens eine oder alle Anlagen mit einer (leicht) gedrosselten Leistung betrieben werden (beispielsweise mit einer Leistung von 940 kW anstatt von 1 MW).

Die Vorteile der Erfindung liegen auf der Hand. Insgesamt können die Netzkomponenten des Einspeisenetzes (Netzkomponenten sind z. B. der Transformator und die Leitungen) optimal ausgenutzt bzw. ausgelastet werden (es ist auch eine Ausnutzung bis zur thermischen Grenze möglich). Somit können vorhandene Windparkflächen besser ausgenutzt werden durch die Aufstellung einer maximal möglichen Anzahl von Windenergieanlagen. Die Anzahl ist dann nicht mehr (so stark) durch die vorhandene Netzwerkkapazität begrenzt.

Zur Steuerung/Regelung einer Windenergieanlage ist es zweckmäßig, wenn diese über einen Dateneingang verfügt, mittels/über den die elektrische Leistung in einem Bereich von 0 bis 100% (bezogen auf die Nennleistung) eingestellt werden kann. Wird an diesen Dateneingang z. B. ein Sollwert von 350 kW angelegt, so wird die maximale Leistung dieser Windenergieanlage den Sollwert von 350 kW nicht überschreiten. Jeder Wert von 0 bis zur Nennleistung (z. B. von 0 bis 1 MW) ist als Sollwert möglich.

06.10.99

- 3 -

Dieser Dateneingang kann direkt zur Leistungsbegrenzung benutzt werden.

Es kann aber auch mit Hilfe eines Reglers die Generatorleistung in Abhängigkeit der Netzspannung (im Windparknetz oder im Einspeisenetz) geregelt werden.

Eine weitere wichtige Funktion wird im folgenden anhand einer Windparkregelung erläutert. Es sei beispielsweise angenommen, daß ein Windpark aus 10 Windenergieanlagen besteht, die jeweils über eine Nennleistung von 600 kW verfügen. Aufgrund der Kapazitäten der Netzkomponenten (Leitungskapazitäten) oder der begrenzten Kapazitäten im Umspannwerk sei ferner angenommen, daß die maximal abzugebende Leistung (Grenzleistung) auf 5200 kW begrenzt ist.

Es gibt nun die Möglichkeit, alle Windenergieanlagen auf eine Maximalleistung von 520 kW mit Hilfe des Sollwertes (Dateneingang) zu begrenzen. Damit ist die Forderung zur Begrenzung der abzugebenden Leistung stets erfüllt.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die maximale Leistung als Summe aller Anlagen nicht überschreiten zu lassen, gleichzeitig aber ein Maximum an Energie (kW-Stunden (Arbeit)) zu erzeugen.

Hierzu sollte man wissen, daß bei geringen bis mäßigen Windgeschwindigkeiten innerhalb des Windparks es häufig vorkommt, daß die Windenergieanlagen an den günstigen (guten) Standorten (das sind die Standorte, auf die der Wind innerhalb des Windparks zuerst trifft) viel Wind bekommen. Werden nun alle Windenergieanlagen gleichzeitig auf ihren gedrosselten Wert heruntergeregelt (z. B. alle auf 520 kW), wird diese erzeugte Leistung zwar von einigen an guten Standorten angeordneten Windenergieanlagen erreicht, einige andere Windenergieanlagen, die jedoch im "Windschatten" der gut lokalisierten Windenergieanlagen stehen (in der zweiten und dritten Reihe) haben weniger Wind und arbeiten dadurch z. B. nur mit 460 kW Leistung und erreichen nicht den Wert der maximal gedrosselten Leistung von 520 kW. Die erzeugte Gesamtleistung des Windparks liegt demgemäß also wesentlich unterhalb der erlaubten Grenzleistung von 5200 kW.

Die erfindungsgemäße Windparkleistungsregelung regelt in diesem Fall die einzelnen Anlagen so, daß der maximal mögliche Energieertrag sich einstellt. Das bedeutet konkret, daß z. B. die Anlagen in der ersten Reihe (also an guten Standorten) auf eine höhere Leistung, z. B. auf die Nennleistung geregelt werden (also keine Drosselung). Somit steigt die gesamte elektrische Leistung im Windpark an. Die

06.10.99

- 4 -

Parkregelung regelt jedoch jede einzelne Anlage so, daß die maximal erlaubte elektrische Anschlußleistung nicht überschritten wird, während gleichzeitig die erzeugte Arbeit (kWh) einen maximalen Wert erreicht.

Das erfindungsgemäße Windparkmanagement läßt sich leicht an die jeweiligen sich einstellenden Situationen anpassen. So kann beispielsweise sehr einfach eine andere Drosselung der Leistung einzelner Anlagen vorgenommen werden, wenn eine einzelne oder mehrere Anlagen eines Windparks vom Netz genommen werden (müssen), sei aus Wartungsgründen oder aus anderen Gründen eine einzelne oder mehrere Anlagen vorübergehend stillgelegt werden müssen.

Zur Steuerung/Regelung des Windparks bzw. der einzelnen Anlagen kann eine Daten/Steuerungsverarbeitungseinrichtung verwendet werden, welche mit den Dateneingängen der Anlagen verbunden ist und aus den Windgeschwindigkeitsdaten, die (von jeder Anlage) ermittelt werden, den jeweils günstigsten Leistungsdrosselungswert für eine einzelne Anlage bzw. den gesamten Windpark ermittelt.

Die Figur 1 zeigt im Blockschaltbild die Steuerung einer Windenergieanlage mittels eines Mikroprozessors  $\mu P$ , welcher mit einer Wechselrichtereinrichtung (PWR) verbunden ist, mittels welchem mehrphasiger Wechselstrom in ein Versorgungsnetz eingespeist werden kann. Der Mikroprozessor verfügt über einen Leistungseingabeeingang P, einen Eingang zur Eingabe eines Leistungsfaktors ( $\cos \varphi$ ) sowie einen Eingang zur Eingabe des Leistungsgradienten ( $dP/dt$ ).

Die Wechselrichtereinrichtung, bestehend aus einem Gleichrichter, einem Gleichstromzwischenkreis und einem Wechselrichter ist mit dem Generator einer Windenergieanlage verbunden und erhält von dieser die vom Generator erzeugte Energie drehzahlvariabel, d. h. in Abhängigkeit der Drehzahl des Rotors der Windenergieanlage.

Die in der Figur dargestellte Konzeption dient zur Erläuterung, wie die von einer Windenergieanlage abgegebene Leistung in ihrem Betrag auf einen maximal möglichen Netzeinspeisewert begrenzt werden kann.

Die Figur 2 zeigt die Prinzipdarstellung eines Windparks, bestehend aus beispielhaft drei Windenergieanlagen 1, 2 und 3, von denen - aus der Windrichtung betrachtet - zwei nebeneinander stehen und die dritte hinter den ersten beiden platziert ist. Da jeder der einzelnen Windenergieanlagen über einen Leistungseingang zur Einstellung

06.10.99

- 5 -

der Leistung der jeweiligen Anlage verfügt (Fig. 1), kann mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung mittels der der gesamte Windpark gesteuert wird jeweils die Leistungen einer einzelnen Windenergieanlage auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. In der Figur 2 sind die günstigen Standorte der Windenergieanlagen diejenigen, auf die der Wind zuerst trifft, also die Anlage 1 und 2.

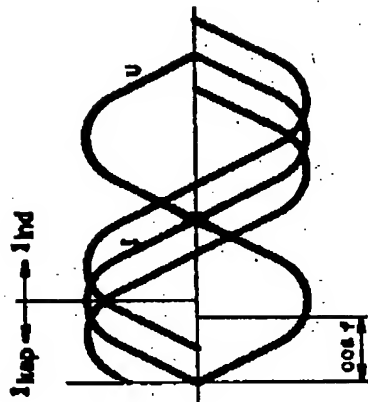
06.10.99

- 6 -

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Windparks, bestehend aus wenigstens zwei Windenergieanlagen, wobei die von den Windenergieanlagen abgegebene Leistung in ihrem Betrag auf einen maximal möglichen Netzeinspeisewert begrenzt wird, welcher geringer ist als der maximal mögliche Wert der abzugebenen Leistung (Nennleistung) und daß der maximal mögliche Einspeisewert bestimmt ist durch die Aufnahmekapazität (Leitungskapazität) des Netzes, in welches die Energie eingespeist wird und/oder durch die Leistungskapazität der Energieübertragungseinheit bzw. des Transformators, mittels dem die von der Windenergieanlage erzeugte Energie in das Netz eingespeist wird.
2. Windpark mit einer Nennleistung, welche größer ist als die Leistung, welche in das Energieversorgungsnetz, an welches der Windpark angeschlossen ist, eingespeist werden kann/darf.
3. Windpark nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistung wenigstens einer oder mehrerer Windenergieanlagen oder aller Windenergieanlagen des Windparks gedrosselt wird, wenn der maximal mögliche Netzeinspeiseleistungswert erreicht wird.
4. Windpark nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselung der Leistung für alle Windenergieanlagen gleich groß oder unterschiedlich ist.
5. Windpark nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Windenergieanlage des Windparks über einen Dateneingang verfügt, mittels dem die elektrische Leistung der Windenergieanlage in einem Bereich von 0 bis 100% der jeweiligen Nennleistung eingestellt werden kann und daß eine Datenverarbeitungseinrichtung vorgesehen ist, welche mit dem Dateneingang verbunden ist und mittels welcher der Stellwert im Bereich von 0 bis 100% eingestellt wird, je nachdem wie groß die Leistung ist, die der gesamte Windpark an seinem Ausgang für die Einspeisung in ein Energienetz zur Verfügung stellt.
6. Windpark nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Windenergieanlagen, die dem Wind innerhalb des Windparks zuerst ausgesetzt sind, in ihrer Leistung weniger begrenzt werden als Windenergieanlagen, die in Windrichtung hinter den vorgenannten Windenergieanlagen stehen.

06.10.99



Legend:  
 $\square$  power  
 $\square$  reactive power  
 $\square$  power gradient

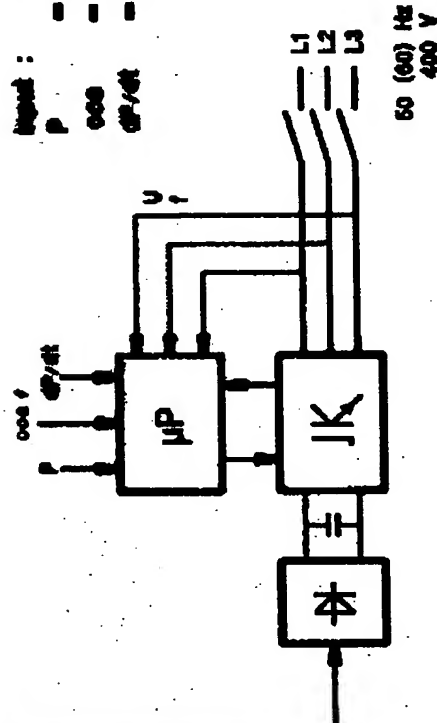


Fig. 1





Eisenführ, Speiser &amp; Partner

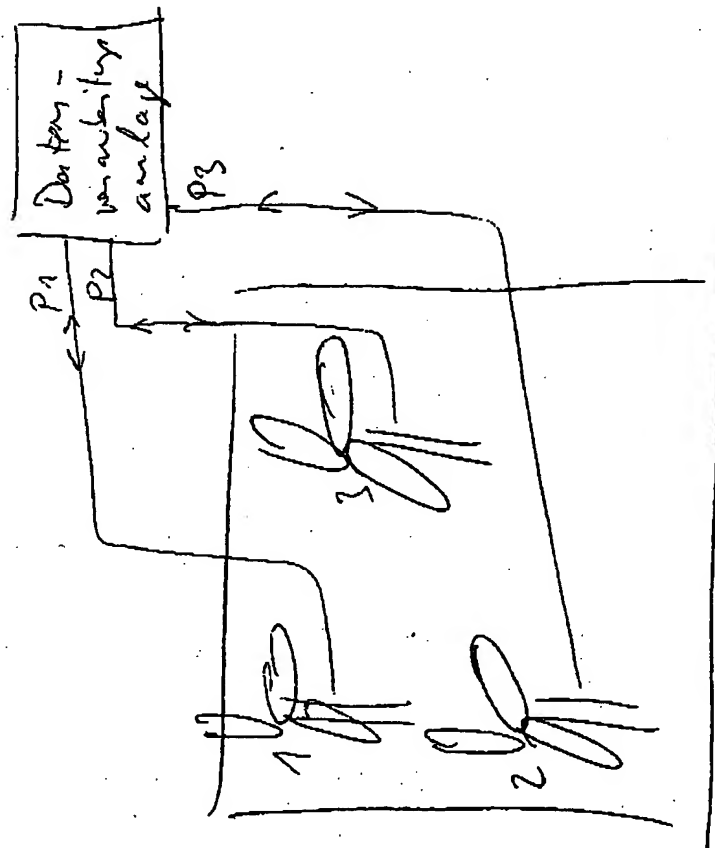


Fig. 2

Wind  
→

